

ENTREVISTA A
CÉSAR NOMBELA

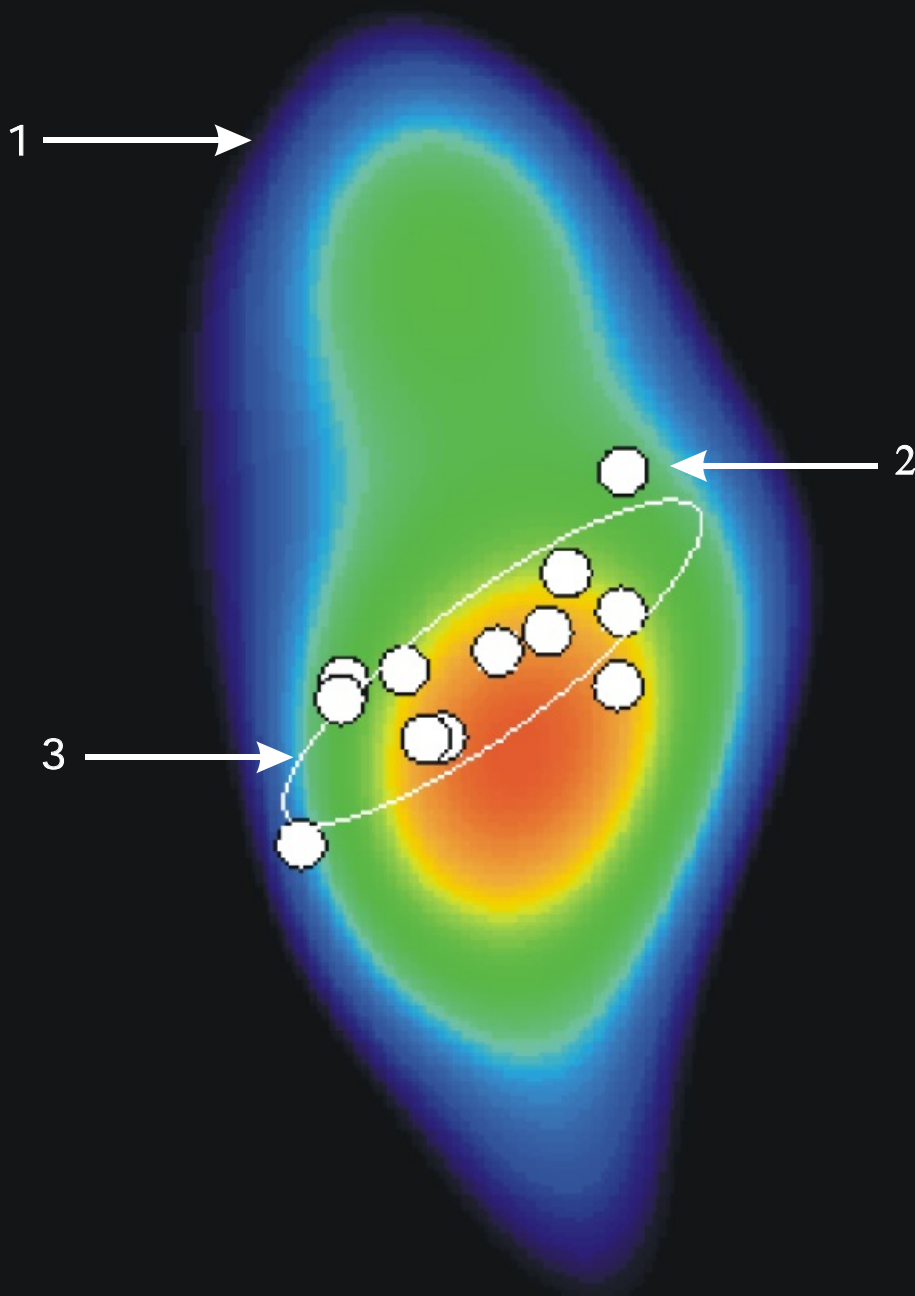
ASTRONOMÍA
ANDALUSÍ

ÓPTICA
ADAPTATIVA

ASTEROIDES

MISIÓN
ROSETTA

NGC 2071-IRS3



BÚSQUEDA DE DISCOS PROTOPLANETARIOS

Sistema “Disco -Chorro” asociado a la protoestrella NGC2071-IRS3: en escala de color (1) se presenta la protoestrella y su chorro, con puntos blancos (2) se indican las posiciones de los máseres de agua, y con una elipse (3) se muestra el tamaño aparente que tendría la órbita del Planeta Neptuno. Para más detalles, véase el artículo “Búsqueda de discos protoplanetarios: presente y futuro”.

SUMARIO

Ventana Abierta	3
-----------------------	---

Investigación

Búsqueda de discos protoplanetarios: presente y futuro.....	4
<i>José María Torrelles Arnedo</i>	
Apuntes sobre la astronomía árábigo-española.....	7
<i>Antonio Claret</i>	

Charlas con... César Nombela, Presidente del CSIC.....	9
--	---

Actualidad Científica

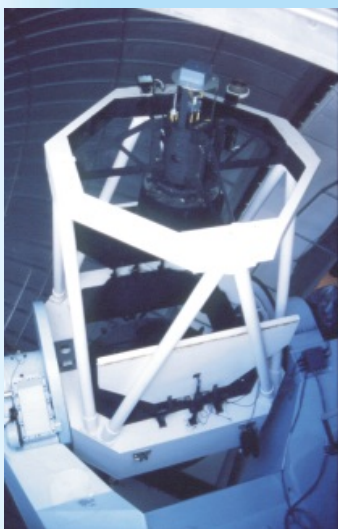
Nuevos logros en Óptica Adaptativa.....	11
<i>Emilio J. Alfaro</i>	
Menos asteroides cercanos a la Tierra.....	12
<i>José Luis Ortiz</i>	

Actividades IAA	14
-----------------------	----

Agenda	15
--------------	----



Telescopio de 90 cm.
(OSN).



Telescopio de 150 cm.
(OSN).



Observatorio de Sierra Nevada (OSN), perteneciente al IAA.

Dirección: Antonio Alberdi. Edición: Almudena González. Coordinación de Secciones: Antonio Alberdi, Emilio J. Alfaro, José María Castro, Antonio Claret, Jose Carlos del Toro Iniesta, Almudena González, José Luis Ortiz, José Vílchez. Maquetación y Diseño: Francisco Rendón. Imprime: Proyecto Sur de Ediciones S.L.

Nota de Redacción: en este primer número de la revista se insertan imágenes de la sede del Instituto así como del Observatorio de Sierra Nevada y su instrumentación.

Se permite la reproducción de cualquier texto o imagen contenidos en este ejemplar citando como fuente “IAA: Información y Actualidad Astronómica” y al autor.

Este año, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) cumplirá 25 años desde su creación. A lo largo de la última década nos hemos planteado la necesidad de divulgar la Ciencia y las actividades que se realizan en nuestro centro, por otros conductos diferentes a los puramente académicos, tanto a nuestros colegas profesionales como a nuestros conciudadanos. La madurez científica adquirida por nuestro instituto durante estos años requería establecer unos mecanismos fluidos y permanentes de comunicación con la sociedad, por lo que en los últimos años hemos iniciado una serie de actividades encaminadas a este fin. Entre ellas cabe destacar la realización de conferencias institucionales, tanto en la sede del Instituto como fuera de ella, la visita de colegios y grupos, las actividades desarrolladas en Sierra Nevada para la observación nocturna, colaboraciones con el periódico granadino *Ideal* y nuestra participación en el Parque de las Ciencias de Granada. Los objetivos perseguidos pueden resumirse en los siguientes puntos: satisfacer la curiosidad de los conciudadanos sobre nuestro Universo, establecer líneas de comunicación entre el IAA y la sociedad, recoger las demandas sociales sobre la Ciencia y hacer partícipe a la sociedad de las actividades desarrolladas bajo su patrocinio.



Abordamos ahora una nueva iniciativa y con ella presentamos el primer número de la revista "IAA - Información y Actualidad Astronómica". En el proceso de creación de la revista hemos considerado los dos conceptos básicos que se manejan en el diseño de la instrumentación astronómica: resolución y sensibilidad. En otras palabras, necesitaremos resolución para identificar a los lectores interesados en una publicación de este estilo y sensibilidad para seleccionar los temas que puedan atraer la atención de los mismos. Tal y como sucede con todo instrumento con el concurso de los astrónomos, esta publicación irá perfilando sus objetivos y adecuándose a los mismos con el tiempo e irá mejorando a través de la interacción con los lectores. Iniciamos con este número nuestro primer paso, y aunque somos conscientes de la dificultad de completar con éxito la tarea que nos proponemos, estamos convencidos de que la revista irá mejorando como resultado de la autocrítica de su comité editorial, y de la comunicación y del intercambio con sus lectores, a los que estaremos agradecidos por su colaboración.

En numerosas ocasiones, cuando tiene lugar un gran descubrimiento científico, se generan más interrogantes que respuestas. Del mismo modo, aunque tenemos muy claras nuestras intenciones con la revista que hoy nace, tenemos muchos interrogantes sobre la mejor manera de llevarlas a cabo. La revista "IAA - Información y Actualidad Astronómica", aunque principalmente encaminada a representar y divulgar la imagen del IAA, nace también con la vocación de interesar e informar al público sobre todas las disciplinas de la Astrofísica. En este sentido, va dirigida tanto a los centros profesionales como al público en general interesado por la Astronomía. Por ello, la revista, al menos en esta primera andadura, va a incluir artículos de investigación que contengan los resultados más recientes obtenidos con la instrumentación más moderna y publicados en las mejores revistas del campo (sección "Investigación"), junto con reseñas de la actualidad científica procedentes de otras revistas o centros astrofísicos (sección "Actualidad Científica"). Estas secciones irán acompañadas de una entrevista a un personaje relevante del mundo de la Ciencia (sección "Charlas con..."; en este número, entrevistamos al Prof. César Nombela, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y de un artículo de opinión científica (sección "Ventana Abierta"). Asimismo, tendremos una sección dedicada a informar sobre ciertas actividades del IAA (sección "Actividades IAA") y otra sobre charlas, cursos, actos públicos, libros, eventos astronómicos, etc. (sección "Agenda"). Todo ello se pretende llevar a cabo con un lenguaje sencillo a la vez que riguroso, con el apoyo indispensable de gráficos e imágenes, de manera que sea accesible al público interesado en los temas de Astronomía. Esperamos lograrlo.

Rafael Rodrigo
Director del Instituto de Astrofísica de Andalucía

BÚSQUEDA DE DISCOS PROTOPLANETARIOS: PRESENTE Y FUTURO.

A mediados del siglo XVIII, el filósofo Immanuel Kant y el matemático Pierre-Simon Laplace propusieron independientemente la idea de que nuestro Sistema Solar se formó a partir de una nube de gas y polvo rotando lentamente que colapsó por su propia fuerza gravitacional, creando en su interior un disco que gira a mayor velocidad del cual emergieron el Sol y los planetas. Aunque esta idea ha estado siempre en la mente de los astrónomos para explicar el nacimiento de las estrellas, hasta hace apenas 20 años los presuntos discos alrededor de ellas fueron prácticamente olvidados como posibles componentes importantes en las primeras etapas de la evolución estelar. Hoy en día, sin embargo, el interés de los astrónomos por estudiar tanto teórica como observacionalmente estos discos ha crecido enormemente, debido a lo que quizás quepa calificarse como el descubrimiento más revolucionario del siglo XX en lo que a investigación sobre formación estelar se refiere. Este descubrimiento ha servido para constatar que las primeras etapas de evolución de las estrellas están caracterizadas por eyecciones de gran cantidad de materia, en forma de chorros y en direcciones opuestas (estructura bipolar), que se mueven a velocidades altamente supersónicas de cientos de kilómetros por segundo (compárense con la velocidad supersónica de 'apenas' medio kilómetro por segundo con la que vuela el avión Concorde), y que coexisten con la fase de colapso gravitacional del gas y acrecimiento de materia que da origen al nacimiento de las estrellas. Esta eyección colimada de materia en regiones de formación estelar se observa a través, por ejemplo, de los objetos Herbig-Haro (HH; así llamados en honor de sus descubridores el mejicano Guillermo Haro y el estadounidense George Herbig; consisten básicamente en gas excitado por una onda de choque), los flujos moleculares supersónicos (gas molecular moviéndose a velocidades supersónicas) y los chorros (viento supersónico ionizado y extremadamente colimado desde distancias de 100 unidades astronómicas [UA] de la estrella central).

MODELOS DE DISCO PROTOPLANETARIOS

Según los modelos teóricos, todos estos fenómenos de eyección de materia necesitan la presencia de un disco para generarlos. Así, ha surgido un modelo ampliamente aceptado por la comunidad científica en el cual las estrellas con una masa parecida a la del Sol se forman por el colapso gravitacional de condensaciones de gas molecular (constituidas fundamentalmente de hidrógeno molecular). Tales condensaciones originan en su interior una protoestrella (embrión de una futura estrella)

rodeada de un disco de acrecimiento de materia con tamaño de 100 UA. El disco gira con movimientos keplerianos (movimientos diferenciales, con el gas más cercano a la protoestrella girando más rápidamente), y en él, posteriormente, se formarán los planetas (disco protoplanetario). Una fracción muy importante del material que cae sobre el disco de acrecimiento se acelera magnéticamente y se eyecta en la dirección del eje de rotación (debido a la acción conjunta del campo magnético y de la rotación del gas), dando origen a un viento bipolar supersónico que genera los fenómenos mencionados anteriormente (objetos HH, flujos moleculares, chorros, ...).

"No hay actualmente muchos telescopios en el mundo que permitan observar discos protoplanetarios con los requisitos simultáneos de gran resolución y gran sensibilidad en esas longitudes de onda."

Además, el viento eyectado extrae parte del momento angular del sistema protoestrella-disco, impidiendo que éste gire demasiado deprisa y que se rompa, permitiendo con ello que la protoestrella central siga acumulando materia e incrementando su masa hasta su nacimiento como una estrella. Sin esta liberación de momento angular, las estrellas y los sistemas planetarios nunca podrían formarse pues el gas se disgregaría mucho antes por los efectos de las grandes velocidades de rotación que ese gas tendría a escalas de 100 UA. Cómo liberar ese momento angular ha sido un problema clásico durante muchos años en la investigación sobre formación estelar. De ahí el impacto tremendo que ha supuesto para nuestro conocimiento el descubrimiento y estudio de las eyecciones de materia de los objetos estelares jóvenes y el papel de los discos protoplanetarios (descubrimiento y estudio a los cuales se ha contribuido muy significativamente mediante la investigación desarrollada desde el IAA). Está claro, además, que estudiando estas protoestrellas con sus discos protoplanetarios podremos llegar a conocer cómo se forman los sistemas planetarios parecidos al nuestro y, quién sabe, si algún día descubrir planetas similares a la Tierra. Afortunadamente, el científico de hoy en día no está expuesto a los peligros de antaño en los que defender su creencia de la existencia de otros mundos era motivo para ser acusado de hereje. Ello aconteció, por ejemplo, al filósofo, astrónomo y matemático italiano Giordano Bruno quien en 1600 fue quemado en la hoguera en



Impresión artística del futuro interferómetro ALMA (cortesía de ESO).

European Southern Observatory



Roma por sostener varias ideas no ortodoxas como la de la existencia de infinitos mundos similares al nuestro.

NECESIDAD DE NUEVOS TELESCOPIOS

Investigar la distribución y los movimientos del gas y del polvo de los discos protoplanetarios no es una tarea fácil desde el punto de vista observacional. Esta dificultad proviene fundamentalmente de la combinación de falta de resolución angular (capacidad de diferenciar objetos a una cierta distancia) y la relativamente escasa sensibilidad de los instrumentos observacionales con que actualmente cuenta la comunidad científica. Así, por ejemplo, para poder observar y estudiar un disco protoplanetario de 100 UA de tamaño que se encuentre a una distancia de 1500 años-luz de la Tierra (la distancia a Orión, una de las regiones de formación estelar más importantes de nuestra Galaxia) se necesita una resolución de décimas de segundo de arco. También, debido a que estos discos protoplanetarios son muy fríos (aproximadamente unos -170 grados centígrados) y con relativamente poca cantidad de gas y polvo (una centésima de la masa del Sol), su brillo es muy débil, pudiendo únicamente detectarse la emisión de sus moléculas a longitudes de onda del infrarrojo lejano y de radio (rangos del espectro electromagnético con las longitudes de onda más largas, o lo que es equivalente, con radiación menos energética). Desafortunadamente, no hay actualmente muchos

telescopios en el mundo que permitan observar discos protoplanetarios con los requisitos simultáneos de gran resolución angular (décimas de segundo de arco) y gran sensibilidad en esas longitudes de onda.

El instrumento que en estos momentos ofrece las mejores prestaciones con los requisitos de resolución angular y sensibilidad aunque todavía están muy lejos de las necesarias para estudiar con detalle los discos protoplanetarios-- es el "Very Large Array" (VLA) de la institución "National Radio Astronomy Observatory" (NRAO) de los Estados Unidos de Norteamérica. El VLA es un instrumento interferométrico formado por 27 radiotelescopios de 25 metros de diámetro cada uno, que combina las señales individuales para obtener imágenes del cielo con gran resolución angular y sensibilidad. Con este instrumento, bajo el liderazgo del grupo de formación estelar del IAA y en colaboración con investigadores de diversas instituciones de España, EE.UU. y México, se ha podido observar una protoestrella (denominada NGC 2071-IRS3) situada a 1300 años-luz de nosotros y descubrir en torno a ella un disco protoplanetario de gas molecular. Este descubrimiento se ha realizado mediante la observación de emisión amplificada 'máser' (equivalente al proceso de amplificación 'láser' de la luz, pero en microondas) proveniente de las moléculas de agua que contiene el disco protoplanetario. El disco tiene 20 UA de radio, lo que

equivale aproximadamente al tamaño del semieje mayor de la órbita que describe el planeta Urano alrededor del Sol. También, se ha podido medir la velocidad con que se mueven las distintas partes del disco protoplanetario y establecer que éste se encuentra girando en torno a una protoestrella con una masa parecida a la del Sol. Es de resaltar que ésta es hasta ahora la escala más pequeña a la cual se ha podido obtener información tanto de la distribución como de la cinemática del gas de un disco protoplanetario. Simultáneamente a las observaciones de la emisión máser de la molécula de agua se ha descubierto también un chorro emergiendo del objeto central y orientado perpendicularmente al disco protoplanetario, revelando una clara asociación entre el disco y el chorro en torno a la protoestrella, en concordancia con lo que los modelos teóricos predicen. El sistema disco-chorro asociado a la protoestrella NGC 2071-IRS3 se muestra en la imagen de la portada de este número de la revista del IAA. Los detalles de la figura se explican en el pie de la misma.

ALMA

A pesar del avance espectacular que ha experimentado la investigación sobre formación estelar en los últimos años, y más concretamente sobre discos protoplanetarios, la comunidad científica está expectante e ilusionada ante las posibilidades innovadoras de investigación que ofrecerá la nueva generación de interferómetros que entrará en funcionamiento a principios del siglo XXI. En particular, el instrumento más importante (tanto en el aspecto científico como en el tecnológico) de todos los que se están construyendo actualmente para su uso observacional desde la Tierra es el interferómetro "Atacama Large Millimeter Array" (ALMA). Este interferómetro, en cuya construcción participa España junto a EE.UU. y diversos países europeos, con un presupuesto global de unos

70.000 millones de pesetas, se instalará en el desierto de Atacama (Chile) a 5.000 metros de altitud (lugar idóneo por su atmósfera extremadamente seca). ALMA consistirá en un conjunto de 64 radiotelescopios de 12 metros de diámetro para observar el cielo a longitudes de onda milimétricas y submilimétricas, un rango del espectro electromagnético relativamente poco explorado hasta ahora en Astronomía y en donde las moléculas y el polvo, principales constituyentes de los discos protoplanetarios, son fuentes de emisión de energía muy importantes. Con ALMA se podrá cartografiar detalladamente tanto la distribución espacial como los movimientos del gas en los discos protoplanetarios, e incluso detectar protoplanetas, permitiendo contestar preguntas tan importantes como: ¿Están los discos girando con movimientos keplerianos en torno al objeto central? ¿Cuál es la temperatura del gas y del polvo en función de la distancia a la protoestrella central? ¿Cuál es la composición química de estos discos? ¿Cómo evoluciona el contenido de gas y polvo en ellos? Todas estas son preguntas básicas que necesitan contestación para determinar las condiciones físicas de los discos protoplanetarios. El conocimiento de tales condiciones permitirá deducir cuándo llegan a formarse los sistemas planetarios y proporcionará información acerca del origen de nuestro propio Sistema Solar.

Agradecimientos

Agradezco a Guillem Anglada sus acertados y valiosos comentarios.

José María Torrelles Arnedo

Investigador del IAA durante el periodo 1985-2000. Actualmente es investigador del Institut d'Estudis Espacials de Catalunya [IEEC/CSIC].



Sede del Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC)

APUNTES SOBRE LA ASTRONOMÍA ARÁBIGO-ESPAÑOLA

La astronomía arábigo-española me cautiva desde la infancia. Explico el porqué. Varias frases dichas por distintos personajes históricos se quedaron grabadas en mi recién inaugurada memoria de niño. Entre todas, dos. La atribuida a Leónidas, rey espartano, cuando traicionado en Las Termópilas se vio rodeado por los persas. Ante la bravuconada de Jerjes, contestó: "¡mejor, combatiéremos a la sombra!" La segunda, atribuida a Alfonso X quien, molesto por los epiciclos introducidos para salvar el sistema ptolemaico, dijo: "si Dios me hubiera consultado antes, habría elegido un sistema más simple." Un buen día vine a parar a España y poco a poco voy teniendo la oportunidad de admirar con los ojos todo aquello que de chico sólo podía vislumbrar con la imaginación.



Astrolabio construido en Granada (¿1280?, ¿1316?) y atribuido a Ibn Baso (Museo della Specola, Bologna).

Me gustaría aclarar que no analizaré aquí el importante papel de las escuelas de traductores, hecho ya bien destacado en diversas publicaciones. Asimismo me gustaría que quedara claro que no soy un especialista en historia de la astronomía española y este texto no pretende ser mas que un boceto, una breve pincelada de lo que fue la fascinante ciencia árabe que floreció en España siglos atrás. Hay que señalar que por ciencia árabe no quiero necesariamente denominar ciencia musulmana. De la misma manera que la ciencia de hoy en día no es anglosajona sólo porque la mayoría de los artículos científicos estén redactados en inglés. Empiezo por una pregunta fundamental: ¿fue realmente importante la Astronomía desarrollada en España durante la dominación árabe?.

ORIGEN DE LA ASTRONOMÍA ANDALUSÍ

Como las respuestas a éste y otros interrogantes no son simples, recurriré a una estratagema. Mi visión del asunto será parecida al universo que se imaginaba Fernando Pessoa: "El universo no es una idea mía. La idea que tengo del universo sí que es una idea mía." Dentro de este espíritu, busquemos el inicio. La semilla de la astronomía andalusí tiene en concreto un nombre sonoro y prometedor: **Dudas sobre Ptolomeo**, obra oriental ya conocida por aquí en el siglo XI. Quizá, aparte de las causas políticas y socioeconómicas que suelen fomentar el conocimiento científico, sea el espíritu crítico de la

ciencia árabe, ya delineado por esta semilla provocadora, su más fuerte impulsor. Además, la *flexibilidad* de la religión dominante en España en aquellos tiempos difería mucho de la rigidez cristiana y posibilitaba una mayor libertad de

pensamiento. De hecho, el respeto con que los árabes recibieron la herencia de la Antigüedad Clásica (propagándola y extendiéndola) es debido a las corrientes racionalistas y materialistas contenidas en la filosofía islámica. Es sabido que la convivencia con los *ahl al kitab* extranjeros era no sólo tolerada sino, diría yo, también fomentada. En al-Andalus este aspecto era particularmente llamativo (antes del fundamentalismo almohade). Sin embargo, esta tolerancia se veía a veces entorpecida por gobernantes, que curiosamente parecen tener su contrapartida en los días

de hoy: "Si estos libros contienen el camino hacia la verdad, ya Alá nos ha dado otro que señala una vía más segura. Y si lo que contienen es falso, en tonces son inútiles." Lo que le pasó a Moseh ben Maimon - **Maimónides** - es un caso intermedio: como judío que era, fue obligado a profesar la fe musulmana pero sin llegar a ser un "perseguido".

"Los científicos arábigo-españoles construyeron globos celestes tan detallados que llegaron a representar las posiciones de más de 1000 estrellas."

El llamado método científico, cuya introducción se atribuye a Galileo, ya estaba presente en la ciencia arábigo-española y otra vez, particularmente, en la astronomía andalusí. Como las previsiones teóricas no cuadraban bien con las observaciones, los astrónomos fueron inducidos a observar más y más: las tablas toledanas, alfonsíes (hay una copia de sus cánones aquí en Granada, incluidos en los **Libros del Saber de Astronomía**) y también las menos conocidas de Jaén. Los instrumentos astronómicos eran cada vez más precisos y ligeros, de modo que se podían transportar con relativa facilidad posibilitando contrastar observaciones realizadas en distintos puntos geográficos. Los científicos arábigo-españoles construyeron globos celestes tan

detallados que llegaron a representar las posiciones de más de 1000 estrellas. Un ejemplo de belleza, ligereza y versatilidad es el astrolabio con lámina universal, modificado por el astrónomo granadino Ibn Baso construido a principios del siglo XIV (Véase figura). Con este *antecesor del GPS*, era posible pasar, de forma rápida, de un sistema de coordenadas a otro y, por añadidura, se podía calcular con él la hora en cualquier latitud. También es cierto que esta obsesión por la exactitud estaba ligada a los cultos religiosos, como por ejemplo, determinar la hora exacta de las plegarias. Pero eso no le quita el mérito científico: simplemente lo pone bajo un cristal de calcita.

INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS

Y la teoría, que es una especie de hermana coja pero no ciega de la observación, también tuvo sus avances. Y son sorprendentes. Azarquiel (Tablas Toledanas, Azafea), al trabajar con un instrumento que hoy día calificaríamos de planetario, descubrió que la órbita de Mercurio se ajustaba mejor si ¡un óvalo fuese usado en lugar de una circunferencia! Pues este Azarquiel está también presente en los **Libros del Saber de Astronomía** de Alfonso X, libro de las *armellas*. Además, en el **Libro Astronómico Dicho de las Tablas Alfonsíes** se puede leer:

"En ella fué el rectificar de Azarquiel. Esto mandó por enderezar et cosregir las diversidades et desacordanzas que parecieron en algunos logares de algunos de los planetas, et en otros movimientos, et nos obedescimos su mandado, que deber seer obedescido, et rehicimos los estrumtes lo mejor que se pudo a seer, et trabajamos en rectificar una sazón, et seguimos en rectificar el sol cuanto un año cumplido.... Et rectificamos muchos eclipsis de los solares, et de los lunares, et rectificamos otros rectificamentos en que éramos dubdosos, et retornámoslos muchas veces por quitar la dubda, et non dexamos de buscar ninguna cosa, ni de inquirirla, fata que nos pareció enmendar lo que era razón enmendar."

Este libro contiene una descripción sucinta de cómo manejar los distintos instrumentos astronómicos, incluyendo relojes y la lámina universal, si un eclipse lunar acaecería en un determinado mes o no, etc. En realidad, era un verdadero compendio de Astronomía.

La influencia de esta ciencia en el mundo occidental es notoria y harto conocida, y no será discutida aquí. Sin embargo, como anécdota, es interesante señalar que fue un, por entonces, futuro Papa, Silvestre II, quien introdujo tras un viaje a España el astrolabio y las llamadas cifras árabes en Europa occidental en el año 999. Por cierto, otra curiosidad: los astrónomos árabes aunque usaban el sistema sexagesimal solían utilizar las letras de su alfabeto para representar los números y no las denominadas cifras árabes (en realidad, indias).

ASTRÓNOMOS ARÁBIGO-ESPAÑOLES

Para los nacidos en Granada, transcribo textualmente los datos del **Viajero en Granada**, de Miguel Lafuente, editado en 1849. Algunos nombres de científicos y filósofos deliberadamente no están incluidos. Creo conveniente en esta oportunidad dar más énfasis a nombres menos conocidos.

Abdalla Ben Sahl, granadino, filósofo y matemático, nació a principios del siglo XII, y cobró tal fama de sabiduría, que los judíos y cristianos lo veneraban como un hombre portentoso. Sostuvo disputas con clérigos y frailes sobre cuestiones religiosas y científicas en 1161.

Abdalla Ben Zacaria El-ansari nació en Granada el año 1276, de familia oriunda de Siria. Según cuentan, tenía una rara habilidad con los cálculos matemáticos. Murió en 1345.

Abi Abdalla Ben Abi Schaker, astrónomo granadino del siglo XII, compuso unas instituciones astronómicas, cronológicas y geográficas en 100 capítulos, adornadas con tablas muy curiosas para mayor explicación del texto: su trabajo fue muy semejante al de Ptolomeo y se encuentra entre los manuscritos del Escorial.

Abu Agius, rey de Granada, elevado al trono en el año de 1309, recibió lecciones de astronomía, matemáticas e historia, del sabio preceptor Abu Abdalla Ben Alracam. Inventó con admirable imaginación varios instrumentos matemáticos, compuso unas tablas astronómicas y fabricó por sí mismo un reloj.

Mohamad Ebn Alkiteb, granadino, fue aritmético, geómetra y escribió dos tomos en folio relativos a los estudios de su profesión.

Mohamad Amru Ebn Alhagiagi, granadino, además de político fue médico, poeta y matemático.

Jabir Ibn Aflah, matemático sevillano, gran autoridad en trigonometría.

Al Idrisi, andalusí, geógrafo con grandes contribuciones a la cartografía matemática.

Abrahm Ubn Ezra matemático judío español.

Ibn Badja, Avempace, nacido en Zaragoza, astrónomo, médico y matemático.

Antonio Claret (IAA).

Bibliografía:

Catálogo de la exposición "Las artes islámicas en España", 1992.

Lafuente, M. "Viajero en Granada", 1849.

Rico y Sinobas, M. "Libros del saber de Astronomía", 1863-1867.

CÉSAR NOMBELA
Presidente del CSIC

"La Astrofísica es el campo científico en donde España aporta más: un 4,4% de la producción mundial, aunque es preciso lograr un mayor desarrollo"



César Nombela Cano, microbiólogo y discípulo del Premio Nobel Severo Ochoa, es presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) desde 1996. En esta entrevista para IAA, César Nombela realiza un balance de su gestión al frente del CSIC y habla, con optimismo, del futuro de la Astrofísica en España.

¿Cómo resumiría el balance de su gestión durante estos cuatro años al frente del CSIC?

Impulso a los recursos humanos, con un incremento de la plantilla científica de más del 23%; proyección social de la investigación del CSIC, con una intensa presencia en cuestiones que importan a la sociedad y que requieren respuestas científicas; refuerzo de nuestra presencia internacional, logrando estar entre los tres primeros organismos de la UE dentro del IV Programa Marco. En una palabra, el CSIC debe perseguir la excelencia al servicio de la sociedad española que lo sostiene.

¿Cuál va a ser la política del CSIC en materia de investigación durante los próximos años?. ¿Qué cambios representa esta política respecto a los cuatro años anteriores?

Entiendo que debe iniciarse un período nuevo porque ha de notarse la incorporación de los 430 nuevos científicos que ya hemos logrado. Habrá que afrontar nuevas formas de la carrera científica que los tiempos demandan. El nuevo Plan Nacional de I+D+I, (Investigación, Desarrollo e Innovación), aprobado por el Gobierno para el período 2000-2003 es el terreno de juego para el CSIC, que tendrá un papel esencial en su desarrollo. Nuestra

participación debe estar en línea de contribuir al objetivo de la comunidad científica española, investigación de más calidad (lo que traerá un mayor impacto internacional) y más rentabilidad de la I+D para la sociedad española.

¿Qué opina sobre la Ciencia en España, en particular sobre la Astrofísica y en qué podría mejorar?

Aportamos ya el 2,76% de producción científica mundial (nuestro PIB representa el 2,1% del mundial). En términos cuantitativos no es de esperar mucho crecimiento. Sí cabe aspirar a una mejora de nuestro impacto y la transferencia de Tecnología. La Astrofísica es el campo científico en donde España aporta más (4,4% de la producción mundial), pero también es preciso aquí lograr un mayor impacto.

A su juicio, ¿cuál es el papel que desempeña el CSIC en general y el Instituto de Astrofísica de Andalucía, en particular, en el desarrollo de la Astrofísica de nuestro país?

Como en tantos otros campos, el CSIC ha sido pionero en la promoción de la Astrofísica en España y ahora comparte su desarrollo con otras instituciones. Muchos de los astrofísicos más destacados de nuestro país son científicos del CSIC

trabajando en centros propios o coordinados con otras instituciones. El IAA agrupa al núcleo más grande de astrofísicos del CSIC y ha destacado como el núcleo español de investigación en Astrofísica de mayor impacto internacional. Creo que eso lo dice todo. Pero habrá que seguir atentos para mantenerse, gestionar instalaciones importantes, coordinar el trabajo con otras instituciones, etc.

¿Considera que nuestros astrofísicos están igual o mejor capacitados que nuestros homólogos extranjeros?

Tenemos excelentes científicos en Astrofísica en España. Es notable que se haya desarrollado una comunidad tan importante en este campo en no muchos años. Pero tenemos que seguir insatisfechos y exigiéndonos más. En Ciencia eso es fundamental.

¿Cómo ve la situación de los investigadores contratados y su posible incorporación dentro del sistema de investigación español?

Se necesitan mayores esfuerzos para aumentar las oportunidades de incorporación estable al sistema a los contratados. Eso debe ser posible en un país que se fija como meta aumentar sus esfuerzos en I+D. También hace falta dotar a las instituciones (universidades, CSIC, etc) de instrumentos de gestión que les permitan ser ambiciosas, rivalizar para incorporar a los mejores.

Durante los últimos años se ha extendido, en diferentes ocasiones, el rumor de que los centros del CSIC pasen a ser competencia de las comunidades autónomas (CCAA). ¿Qué le parece esta medida?

No tiene sentido un "CSIC fragmentado", no es transferible porque se trata de un organismo vertebrador, integrado en todo el Estado. En Ciencia la fragmentación de esfuerzos no es rentable. El CSIC con su actual estructura aporta, entre otras cosas, masa crítica, que es fundamental en Ciencia y una gestión en línea con los organismos paralelos de los países más avanzados. Basta ver para confirmarlo su productividad científica y su competitividad a la hora de obtener recursos nacionales e internacionales. Dicho esto es esencial cooperar con las CCAA, implantarse en todas ellas para desarrollar lo que tenga sentido en cada una de ellas y aunar esfuerzos con el resto del sistema de Ciencia y Tecnología. En esa línea estamos.

¿Cuál es la relación del CSIC con la Junta de Andalucía? ¿Hay previstos acuerdos futuros con el gobierno andaluz para incentivar la investigación y ampliar los puestos de trabajo?

Excelente, cooperación total, entendimiento fácil e integración de muchos de nuestros grupos en las iniciativas científicas de la comunidad autónoma, al igual que los de las Universidades (transferidas) participan en los planes nacionales. Hay acuerdos muy consolidados, como el centro de Cartuja, la colaboración con la Estación Biológica de Doñana, etc y otros muchos en ciernes como el Laboratorio Andaluz de Biología.

¿Está usted satisfecho con la participación de España en la Agencia Espacial Europea (ESA) o considera que debería tener un mayor protagonismo?

Creo que tenemos un buen retorno y una buena integración en los programas de la ESA, pero siempre hay que aspirar a más.

La observación de la Tierra se ha convertido, en los últimos años, en una prioridad para las agencias espaciales. Usted, como científico ¿Cuáles cree que son los principales retos de la Ciencia ante el deterioro progresivo de nuestro entorno?

Los retos son ingentes. Solamente entender el cambio climático y cambio global para aportar soluciones es ya una tarea de enorme intensidad. El deterioro de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y un sin fin de cuestiones ha de preocuparnos. Abogo por una respuesta científica que movilice los esfuerzos en el contexto global, para hacer compatible el desarrollo con el mantenimiento de nuestro planeta, que lo hemos de legar a futuras generaciones.

Según un estudio reciente del CSIC, la sociedad demanda cada vez más información relacionada con la Ciencia. De hecho, el año pasado se celebró en Granada un congreso titulado "Comunicar la Ciencia en el siglo XXI". ¿Qué papel está desempeñando el CSIC en la comunicación de la Ciencia en la sociedad?

El CSIC se ha de implicar, y creo que lo hace en buena medida, en la comunicación de los resultados y de las actividades de la Ciencia, para lograr cuanto antes que en nuestra sociedad la actividad científica sea parte de la Cultura en su conjunto. De ahí se derivarán muchos bienes, desde mayores apoyos a la I+D, hasta prevenir la oposición al progreso por actitudes anticientíficas faltas de racionalidad.

Almudena González (IAA)

NUEVOS LOGROS EN ÓPTICA ADAPTATIVA

El día de Reyes la revista Nature publicó una noticia que representa un estupendo regalo para los astrónomos observacionales: la posibilidad de obtener imágenes astronómicas desde la Tierra sólo limitadas por la difracción del telescopio y en todo su campo de visión.

Una de las cualidades más apreciadas de un telescopio es su poder de resolución y los astrónomos han dedicado mucho esfuerzo a mejorar la fabricación de colectores para aumentar la calidad de las imágenes obtenidas. El poder separador de un telescopio es directamente proporcional al diámetro de su superficie colectora; sin embargo, el principal factor limitador es la propia atmósfera o, mejor dicho, las variaciones locales del índice de refracción generadas por turbulencia. Los distintos frentes de onda provenientes del objeto modifican su camino óptico al atravesar distintas celdas convectivas de la atmósfera. Ello produce desagradables distorsiones de la imagen real que alteran su calidad.

Hay tres formas de abordar la solución de este problema: la astronomía espacial (colocando el telescopio fuera de la atmósfera), la interferometría óptica (combinando varios telescopios como uno solo con diámetro efectivo equivalente a la máxima separación entre ellos) y la óptica adaptativa. Esta última se basa en la modificación, en tiempo real, de la superficie del espejo de tal forma que neutralice las distorsiones atmosféricas. Esto obliga a utilizar espejos más delgados (susceptibles de ser modificados mediante actuadores) y a observar simultáneamente una estrella de control en el campo que nos permita estimar las correcciones necesarias. Sin embargo la óptica adaptativa convencional no permite esta corrección en todo el campo de visión del telescopio sino sólo en aquella superficie donde podemos considerar el frente de onda plano y que denominamos superficie isoplanática.

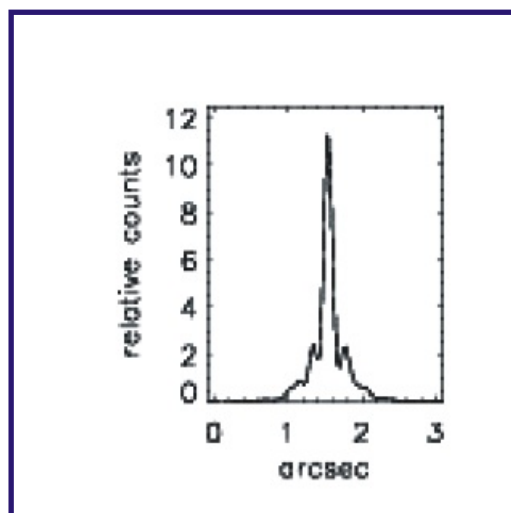
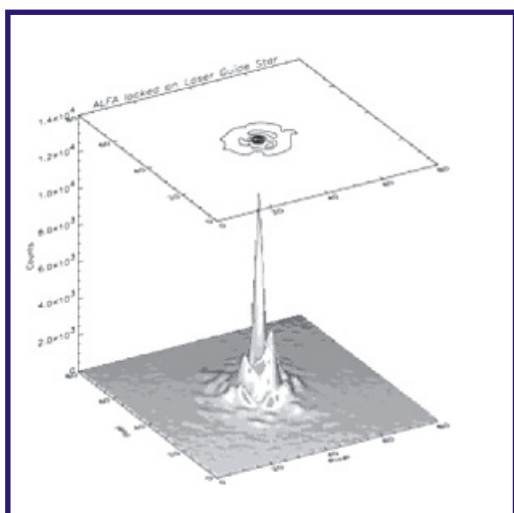
Otra limitación de esta técnica es la necesidad de estrellas brillantes en el campo que sirvan como guías. Se estima que sólo entre el 0.1% y el 1% de la esfera celeste contiene estrellas en su vecindad susceptibles de ser utilizadas para la evaluación de las correcciones atmosféricas. Este problema ha sido soslayado fabricando estrellas de guía artificiales. Un potente láser sintonizado en la línea D_2 puede excitar los átomos de sodio atmosférico a una distancia de aproximadamente 90 km y generar un estrella artificial con la luz reemitida por estos átomos cuando decaen a su nivel fundamental. Aunque las complicaciones técnicas de este método no son nimias (potencia suficiente, colimación, etc.) la óptica adaptativa convencional utilizada en telescopios de 3 y 4 metros, por ejemplo el de 3.5 m

del Observatorio de Calar Alto, ha logrado resultados espectaculares, alcanzando el límite de difracción teórico del telescopio (véase la figura 1).

Sin embargo, la utilización de guías artificiales no resuelve el problema de la limitada superficie isoplanática. Una estrella y un espejo son capaces de corregir las distorsiones producidas a lo largo de una sola dimensión, la línea de visión, pero no permite extender esta corrección a zonas más alejadas de la superficie isoplanática. En 1989 Beckers propuso un nuevo concepto denominado óptica adaptativa multiconjugada (MCAO en siglas inglesas). Esta idea se basa en la utilización de varios espejos y estrellas de guía (naturales o artificiales) que permiten la corrección de las distorsiones atmosféricas en tres dimensiones, capaz, en principio, de producir una compensación uniforme sobre un campo de visión mucho más amplio.

El artículo publicado por Ragazzoni, Marchetti y Valente (Nature, 2000, 403, 54) da un paso más en esta dirección y demuestra que esta idea es aplicable con éxito. Utilizando cuatro estrellas de guía de la constelación de Aquila y un solo espejo han obtenido la primera tomografía atmosférica. La estrella central es corregida a partir del análisis tridimensional (por mínimos cuadrados) de las distorsiones de las otras tres. La distancia angular media entre las estrellas de guía y la central es de 15 segundos de arco, muy superior a la dimensión típica de la región isoplanática que es del orden del segundo de arco. Los resultados son espectaculares: el error cuadrático medio de los residuos es 17 veces inferior a la distorsión inicial y tres veces menor que la obtenida corrigiendo por el promedio de las distorsiones. Las observaciones se efectuaron con el telescopio Galileo situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Aunque el experimento no se realizó en tiempo real, sino que la corrección se estimó en el "laboratorio" a partir de un conjunto de imágenes tomadas cada 8 segundos, no deja de representar un gran avance en la aplicación de esta técnica a campos de visión más amplios.

Dos espejos deformables podrían utilizar estas predicciones para corregir las distorsiones en todo el campo de visión. Los retos tecnológicos son todavía muy fuertes; si queremos corregir en tiempo real se necesitarían computadoras con una velocidad de cálculo 15 veces superior a la actual. No obstante, varios grupos de investigación están abordando este problema para la gama de telescopios de entre 8 y 10 m y representan la solución ideal para la nueva generación de colectores con diámetros entre 30 y 100 m.



En esta figura compuesta se puede observar la imagen y el perfil de la estrella SAO 68075 obtenida con el sistema de óptica adaptativa ALFA utilizado en el telescopio de 3.5 m de Calar Alto. La imagen fue obtenida en la banda K utilizando la cámara infrarroja Omega en Junio de 1999. Durante 10 segundos, la resolución angular (inicialmente de 0.65 segundos de arco) bajó a 0.14 pudiéndose observar los anillos de difracción más externos (Team ALFA, Calar Alto Observatory).

Emilio J. Alfaro (IAA)

MENOS ASTEROIDES CERCANOS A LA TIERRA

Hasta hace pocos años, los cálculos probabilísticos sobre riesgo de colisión de un asteroide de diámetro igual o superior a 1 km estaban basados fundamentalmente en el trabajo sistemático realizado por Shoemaker y sus colaboradores en 1990. En dicho trabajo se ponía de relieve que el número de asteroides cercanos a la Tierra (que normalmente se denominan NEAs, del inglés Near Earth Asteroids) con un diámetro superior a 1 km, podría estar entre 1.000 y 2.000. De estos valores, y mediante simulaciones numéricas, se llegó a la conclusión de que el número de impactos de estos cuerpos podría estar entre 1 y 2 por cada 100.000 años. Como la colisión de un asteroide de ese tamaño se considera suficiente para destruir un porcentaje alto de la vida en la Tierra, esa estimación del número de NEAs se traduce en que la probabilidad de que la civilización sea destruida en un periodo de 1.000 años está entre el 1% y el 2%. La probabilidad es baja, pero los efectos serían tan devastadores y letales, que el gobierno de los Estados Unidos decidió encomendar a NASA un rastreo sistemático de NEAs.

Recientemente, Rabinowitz y su equipo nos han traído buenas noticias de su trabajo: el número de NEAs es aproximadamente la mitad del que pensaba el matrimonio Shoemaker. Rabinowitz, conocido rastreador de asteroides y usuario asiduo

del telescopio Spacewatch (telescopio pionero en emplear las nuevas tecnologías para la detección de cometas y asteroides), nos había anticipado en 1993 unos resultados más bien contrarios a los que ahora presentan en el número del 13 de Enero de la revista Nature.

La aportación fundamental de Rabinowitz y sus colaboradores ha sido la de diseñar y llevar a cabo unas observaciones mucho más sistemáticas, sensibles y precisas que las debidas a los Shoemaker y E. Helin, quienes se dedicaron durante bastante tiempo a tomar placas fotográficas en telescopios de campo ancho tipo "Schmidt" en el Observatorio de Monte Palomar. La búsqueda de objetos se realizaba por métodos visuales no automatizados. Para este trabajo, el equipo de Rabinowitz ha utilizado el instrumento NEAT (siglas en inglés de Near Earth Asteroid Tracking), desarrollado en el Jet Propulsion Laboratory de NASA, junto con un sistema computarizado que detecta objetos débiles en movimiento respecto a las estrellas, eliminando el factor humano siempre subjetivo. La gran sensibilidad del instrumento (acoplado a un telescopio militar de un metro de diámetro en Maui, Hawaii), y la meticulosidad de las calibraciones, han permitido determinar el número de NEAs con una incertidumbre mucho menor que las alcanzadas hasta ahora.

Suponiendo unos valores razonables del albedo medio de estos asteroides, así como de los parámetros que determinan el efecto del ángulo de fase, se pueden calcular los diámetros de los cuerpos detectados y así establecer el número de objetos de determinado tamaño en las zonas del cielo que han sido exploradas por NEAT. A partir de esos resultados se puede deducir cuántos más puede haber en todo el cielo. La palabra "NEAT" tiene también un significado en inglés: "diestro" o "bien hecho". NEAT es diestro por varias razones: primero, el instrumento cubre un gran campo en el cielo; segundo, el sistema está totalmente automatizado; y tercero, se puede determinar con muy poca ambigüedad la eficiencia del sistema para detectar objetos, lo que no sucede con los sistemas en los que el ser humano es quien descubre los NEAs.

El estudio sistemático emprendido por el proyecto NEAT nos permite relajarnos un poco, pero el pequeño suspiro de "alivio" que proporciona el trabajo de Rabinowitz y sus colaboradores no nos debe dejar completamente tranquilos: con los equipos actuales que hay dedicados al tema, se necesitarán unos 20 años para descubrir y censar el

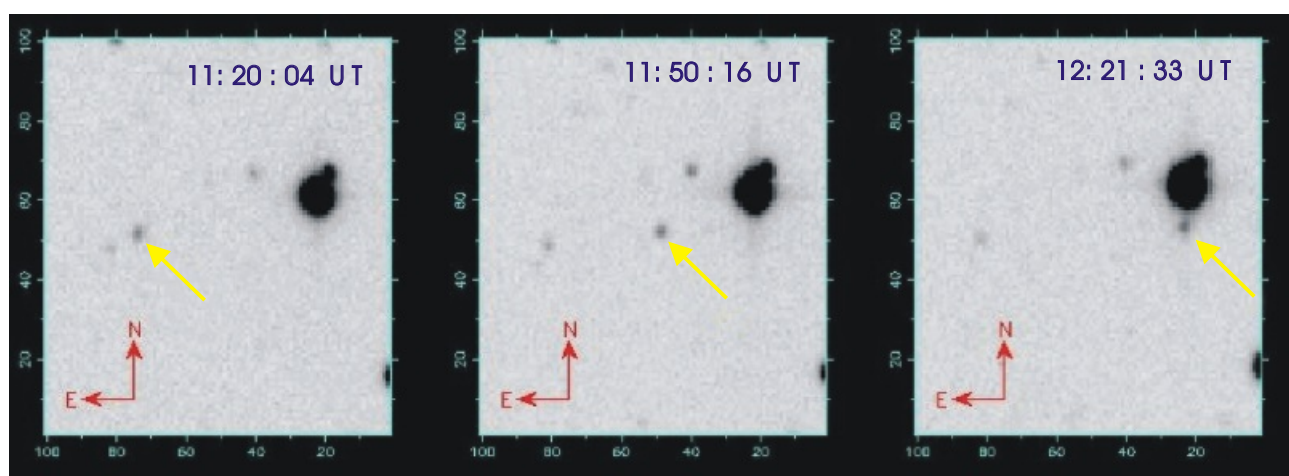
90 % de los NEAs; este censo es necesario para que podamos prevenir un suceso de colisión con tiempo suficiente. Por otro lado, este trabajo sólo se refiere a asteroides. No nos dice nada sobre el riesgo de colisiones de otro tipo de objetos para el que su rastreo no está optimizado: los cometas. Este tipo de objetos, incluso con un diámetro inferior a 400 m podrían provocar tanto o más daño que un asteroide de 1 km, ya que al tener muchos de ellos órbitas retrógradas, pueden llevar velocidades mucho más elevadas con respecto a la Tierra que las de los NEAs, y por tanto, su energía cinética es considerablemente mayor. Para estos cometas, mucho más elusivos que los asteroides (debido a su bajo albedo y a sus órbitas mucho más excéntricas), aún queda por diseñar una buena estrategia que permita evaluar el riesgo de colisión. Hay que tener en cuenta que con los medios actuales, el tiempo de alerta desde el descubrimiento de uno de estos objetos hasta su colisión es de 2 años en promedio, lo cual sería insuficiente para permitirnos establecer una estrategia defensiva. Afortunadamente, el Spaceguard Survey Report de 1992 estima que este tipo de colisiones cometarias es sólo un diez por ciento del total.

Bibliografía

Rabinowitz D, Helin, E., Lawrence, K., Pravdo S. *A reduced estimate of the number of kilometer-sized near-Earth asteroids.* Nature 403, 13 Enero 2000.

Shoemaker E. M. Wolfe, R. F., Shoemaker, C. S. En "Global Catastrophes in Earth History" 155-170. Geological Society of America, Boulder, Colorado, 1990.

Rabinowitz D. *The size distribution of Earth-approaching asteroids.* Astrophysical Journal, 407, 412-427, 1993.



Imágenes del telescopio Spacewatch con las que se descubrió el asteroide 1997XF₁₁, un NEA que causó indebidamente una gran alarma en la sociedad americana, de forma casual (o deliberada) poco antes del estreno de las películas "Deep Impact" y "Armageddon". Su órbita era "potencialmente peligrosa", pero según demostraron D. Yeomans y P. Chodas, no existía el menor riesgo de colisión en sus siguientes acercamientos a la Tierra, tal y como algunos habían aventurado.

Jose Luis Ortiz (IAA)

MISIÓN ROSETTA

La Agencia Espacial Europea enviará una sonda hacia el cometa 46P/Wirtanen en el año 2003 y explorará desde muy cerca el núcleo del cometa a lo largo de su trayectoria hasta el perihelio. El IAA participa en dos consorcios científicos europeos para la construcción de sendos instrumentos científicos.

Instrumento Osiris

El instrumento OSIRIS, compuesto por dos cámaras de alta resolución, es el encargado de tomar imágenes del núcleo del cometa a lo largo de toda la misión así como de los asteroides. OSIRIS proporcionará una completa información no sólo de la estructura del núcleo del cometa sino de su evolución conforme varía su distancia al Sol estudiando e identificando desde su inicio los focos de actividad del núcleo. Las cámaras van dotadas de diversos filtros que permitirán la obtención de datos mineralógicos y el estudio de la coma del cometa desde su origen nuclear. El IAA participa con la tarjeta controladora de mecanismos (MCB), de la que se ha concluido satisfactoriamente el modelo de ingeniería, y es el responsable del proyecto del consorcio español, en el que además participan el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el Departamento de Aerodinámica de la Escuela Superior de Ingenieros Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid.



Instrumento Giada

Es un analizador y acumulador de impactos de grano y de polvo y estudiará la evolución de flujo del polvo cometario y las propiedades dinámicas del grano. GIADA se ha diseñado como un instrumento multi-sensor compuesto por tres módulos. El primero está formado por el GDS (Sistema de Detección de Granos), que detecta entradas de granos midiendo la luz esparcida, y el IS (Sensor de Impacto) que mide la velocidad de las partículas utilizando transductores piezoeléctricos. El segundo módulo lo constituye la caja de la electrónica que contiene la Unidad de Procesamiento de Datos. El tercero, dedicado a

supervisar la acumulación del polvo con el tiempo, mide el flujo de masa por medio de cinco microbalanzas de cristal de cuarzo (MBS). El IAA participa con la electrónica de control del instrumento.

NUEVA RED INFORMÁTICA

Al principio de año se completaron los trabajos de puesta en marcha de la primera fase de la nueva red en Modo de Transferencia Asíncrono (ATM). El objetivo de la misma ha sido unir el IAA y otros centros del CSIC en Granada, con el troncal de la red académica española de comunicaciones (Red IRIS). Los equipos han sido configurados aprovechando las capacidades de la Red de Trabajo Virtual (VLAN) de ATM con lo que se suma a la alta capacidad de conmutación disponible una separación efectiva de tráfico.

La nueva red permite mejorar el acceso del IAA a Internet y solucionar la alta tasa de tráfico interno al instituto, que ha experimentado un salto cuantitativo de dos órdenes de magnitud en capacidad de conmutación. La versatilidad de esta red permitirá la creación de aulas virtuales, el establecimiento de teleconferencias y el desarrollo de cursos y seminarios.

La segunda fase contempla la conexión con el Observatorio de Sierra Nevada a través del enlace de microondas ya existente. Los sistemas de telefonía y comunicación de datos se integrarán en la nueva red, facilitando las observaciones remotas desde la sede del IAA en Granada.

SEMINARIOS CELEBRADOS EN EL IAA

Inhomogeneities and dl's. Dra. A. Hidalgo. Uppsala Astronomiska Observatoriet (Suecia). 12/01/00.

Detección de un cúmulo de fuentes de radio hipercompactas hacia la región GGD 14. Dra. Y. Gómez. Instituto de Astronomía de la UNAM (Morelia, México). 19/01/00.

No-ETL en la atmósfera. Dr. M. López Puertas. IAA (CSIC). 26/01/00.

Observaciones de Discos Protoplanetarios a 7-mm. Dr. L. F. Rodríguez. Instituto de Astronomía de la UNAM (Morelia, México). 2/02/00.

Distribución de materia en grupos compactos de galaxias. Dr. J. Perea. IAA (CSIC). 9/02/00.

El proyecto ALMA. Dr. W. Wild. Space Research Organization Netherlands (Groningen, Holanda) 16/02/00.

Una visita al Gould Belt. Dr. E. J. Alfaro. IAA (CSIC). 23/02/00.

Corrugaciones en el disco galáctico: Modelos. Dr. J. Franco. Instituto de Astronomía de la UNAM (México D F). 3/03/00.

Observations of Microlensing Events and Gamma Ray Bursts from New Zealand. Dr. I. Bond. University of Auckland (Nueva Zelanda). 6/03/00.

La mujer en el CSIC. Dra. J. Masegosa. IAA (CSIC). 8/03/00.

Modelos de fotoionización para Regiones HII Gigantes. Dra. G. Stasinska. Observatoire de París-Meudon. 13/03/00.

Discriminación de modos de oscilación usando fotometría. Dr. R. Garrido. IAA (CSIC). 22/03/00.

El balance energético en la atmósfera de Marte. Dr. M. A. López Valverde. IAA (CSIC). 30/03/00.

Methane on Jupiter. Dr. P. Drossart. Observatoire de París-Meudon. 5/04/00.

El airglow terrestre en el Ultravioleta Extremo. Dr. J. J. López. IAA (CSIC). 12/04/00.

AGENDA

CONGRESOS ASTRONÓMICOS EN GRANADA

The evolution of galaxies. I: Observational clues (Primera de una serie de tres euroconferencias patrocinadas por la Unión Europea)

Lugar de celebración: **Palacio de Congresos** (Granada).

Fecha: del 23 al 27 de mayo.

Presidente del comité organizador local: J.M. Vilchez Medina (IAA).

Información en internet: <http://www.iaa.csic.es/~euroconf/index.html>.

LIBROS CIENTÍFICOS ESCRITOS O EDITADOS POR MIEMBROS DEL IAA

Theory and tests of convection in stellar structure. First Granada workshop.

Actas del congreso del mismo nombre celebrado en el IAA del 30 de septiembre al 2 de octubre de 1998.

Editores: A. Giménez, E. F. Guinan y B. Montesinos. Serie y número de volumen: *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 173.

Editorial, ciudad y año de publicación: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, San Francisco, 1999.

XXV Annual European meeting on atmospheric studies by optical methods.

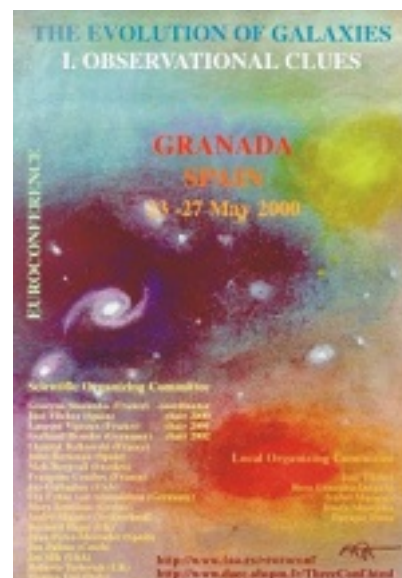
Actas del congreso del mismo nombre celebrado en el Palacio de Congresos del 21 al 25 de septiembre de 1998.

Editores: M.J. López-González, J.J. López-Moreno, M. López-Puertas, M.A. López-Valverde, F. Moreno y R. Rodrigo.

Editorial, ciudad y año de publicación: IAA, Granada, 1999.

CDRoM: Stellar models: a set of grids computed in Granada.

Autores: A. Claret y A. Giménez.



LIBROS DE DIVULGACIÓN E INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA

Astronomía: a simple vista. R.M. Aller (Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de publicaciones e intercambio científico, 1999).
La búsqueda de vida extraterrestre. M. Vázquez Abeledo y E. Martín Guerrero de Escalante (Mc Graw-Hill/ Interamericana, 1999).
Universo sin fin. C. López (Santillana, 1999).
Introducción a la Astrofísica. E. Battaner (Alianza Editorial, 1999).
El Universo de Carl Sagan. Edición de Y. Terzian y E. Bilson. Traducción de D. Otero Piñeiro y D. Galadí-Enríquez (Cambridge University Press: Madrid, 1999).
Origen y evolución. Desde el Big Bang a las sociedades complejas. J.L. Sanz Estévez (coordinador) (Fundación Marcelino Botín: Santander, 1999).

CHARLAS DIVULGATIVAS PARA COLEGIOS EN EL IAA

El IAA organiza mensualmente charlas de divulgación astronómica para estudiantes, a petición de los colegios interesados. Pueden obtener más información en la página Web del instituto o contactando con Almudena González Roldán (Tel.: 958 12 13 00. Ext: 1244; e-mail: almudena@iaa.es).

CONFERENCIAS DE DIVULGACIÓN EN EL IAA

Mes	Conferenciante	Tema o título tentativo
Abril (27/04/00)	Manuel Calixto (Univ. Wales)	Computadores cuánticos
Mayo (25/05/00)	Víctor Aldaya (IAA)	Agujeros negros
Junio	Rafael Garrido (IAA)	Planetas Extrasolares

OTRAS CONFERENCIAS Y EXPOSICIONES DE INTERÉS ASTRONÓMICO EN GRANADA

Exposición **"Meteoritos: mensajes alienígenas"** (Parque de las Ciencias; hasta el mes de junio).
<http://www.parqueciencias.com>.

Durante el pasado mes de Febrero tuvo lugar en este Centro la exposición **El último eclipse total de Sol del milenio. Total 99**, organizada por la Sociedad Astronómica Granadina en colaboración con la Facultad de Ciencias y la Universidad de Granada.

